

SEMICONDUCTOR LASER

Patent number: JP11220224
Publication date: 1999-08-10
Inventor: FUKUNAGA TOSHIAKI; WADA MITSUGI
Applicant: FUJI PHOTO FILM CO LTD
Classification:
 - **international:** H01S3/18
 - **european:**
Application number: JP19980317644 19981109
Priority number(s):

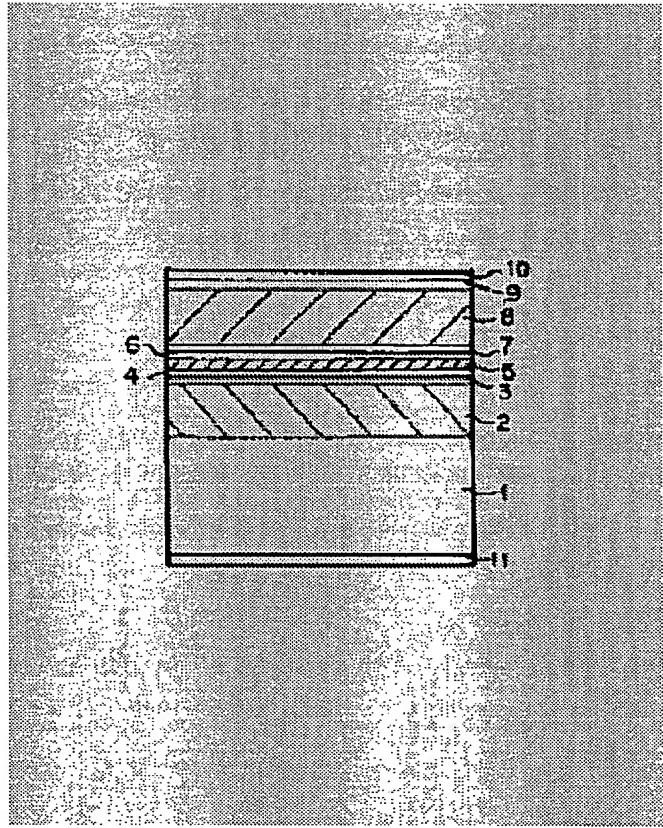
Also published as:

- EP0920096 (A2)
- US6127691 (A1)
- EP0920096 (A3)
- EP0920096 (B1)

Abstract of JP11220224

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve reliability of a semiconductor laser of a wavelength of a 0.8-& μ m band in high-output oscillation.

SOLUTION: An n-type Ga_{1-z1} Al_{z1} As clad layer 2, an n-type In_{x1} Ga_{1-x1} As_{1-y1} Py₁ optical waveguide layer 3, an i-type In_{x2} Ga_{1-x2} As_{1-y2} Py₂ tensile strain barrier layer 4, an In_{x3} Ga_{1-x3} As_{1-y3} Py₃ quantum well active layer 5, an i-type In_{x2} Ga_{1-x2} As_{1-y2} Py₂ tensile strain barrier layer 6, a p-type In_{x1} Ga_{1-x1} As_{1-y1} Py₁ optical waveguide layer 7, a p-type Ga_{1-z1} Al_{z1} As clad layer 8 and a p-type GaAs contact layer 9 are successively formed on an n-type GaAs substrate 1. The layers 2 and 8 and the layers 3 and 7 are respectively formed in a compositional ratio which makes a lattice matching with the substrate 1, the total layer thickness of the layers 4 and 6 is formed into a thickness of 10 to 30 nm, and the compositions of the layers 4 and 6 are set on the conditions that the amount of strain of the tensile strains for the layers 4 and 6 be the amount of strain multiplied by the total layer thickness is equal to 0.05 to 0.2 nm.



THIS PAGE BLANK (USP 10)

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-220224

平成10年(1998)11月9日

特許第10-317044

(51) Int.Cl.
H 01 S / 3/18
6 7 7発明の名稱
半導体レーザ装置

(43) 公開日 平成11年(1999)8月10日

特許第6,414(1994)P.465

著者名
H O I S代理人
井野士 桂田 征史 (外1名)

審査請求 未請求 請求項の数2 OL (全16頁)

(71) 出願人
富士写真フィルム株式会社(72) 発明者
福永 敏明

神奈川県横浜市中区201番地

土写真フィルム株式会社内

(71) 出願人
和田 貢

神奈川県足柄上郡吉田町吉田798番地

富士写真フィルム株式会社内

(72) 発明者
和田 貢

神奈川県足柄上郡吉田町吉田798番地

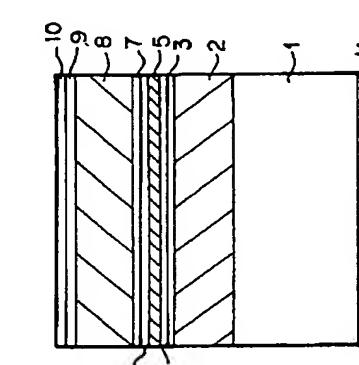
富士写真フィルム株式会社内

(74) 代理人
井野士 桂田 征史 (外1名)(71) 出願人
000005201(72) 発明者
000005201(71) 出願人
000005201(72) 発明者
000005201(71) 出願人
000005201(72) 発明者
000005201(71) 出願人
000005201(72) 発明者
000005201(71) 出願人
000005201(72) 発明者
000005201

(54) [発明の名稱] 半導体レーザ装置

(57) [要約]

[範囲] $0.8\mu\text{m}$ 帯の半導体レーザにおいて、高出力発振下における信頼性を向上させる。
 [解決手段] n-GaAs基板1上に、n-Ga_{1-x}Al_xAsラッド層2、n-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y光導波層3、i-In₂Ca_{1-y}P_y引張り歪バリア層4、In₃Ga_{1-x}As_{1-y}P_y引張り歪バリア層5、i-In₂Ca_{1-y}P_y引張り歪バリア層6、p-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y光導波層7、p-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_yコントラクト層9を順次形成する。そして各ラッド層2、8および各光導波層3、7はそれぞれGaAs基板1に格子整合する組成比とし、引張り歪バリア層4、6の合計層厚は10~30nmとし、また引張り歪バリア層4、6の組成は、引張り歪の歪量が、歪量×合計層厚=0.05~0.2nmとなるものとする。



れやすいため、劈開して形成した共役基端面が劣化しやすく、高屈折性という点で不利である。
 [0003] そこで、オールAlフリーとなる85nm帯の半導体レーザとして、IEEE Photonics Letters Vol. 6, No. 4(1994)P. 465に示されるようにn-GaAs基板上に、n-InGaPクラッド層、アンドープInGaP光導波層、GaAs量子井戸活性層、p-GaAsキャップ層からなる半導体レーザが提案されている。しかし、このAlフリーの半導体レーザは素子特性の温度依存性が大きく、最高光出力は4.2Wと高いが、光出力1W以上で過熱電流の発生により発光効率が悪くなつてくるという欠点を有しており、0.8μm近傍の短波長域では高出力半導体レーザとしては実用上耐えないのである。

[0004]一方、活性層がAlフリーとなる0.8μm帯の半導体レーザとして、Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 34(1995)pp. L1175~L1177に示されているようなn-GaAs基板上にAlGaAsクラッド層、i-InGaP光導波層、InGaP量子井戸活性層、p-AlGaAsクラッド層、p-GaAsキャップ層からなる半導体レーザが前記GaAs基板に格子整合する組成からなり、前記第一および第二光導波層が前記GaAs基板に格子整合する組成からなり、前記第一および第二AlGaAs基板が、前記GaAs基板に対して引張り歪を有する、合計層厚10~30nmの層であつて、その引張り歪の歪量×合計層厚=0.05~0.2nmを満たす組成からなり、前記In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y量子井戸活性層が前記GaAs基板に対しても引張り歪を有する組成からなるものであることを特徴とする半導体レーザ装置。

[0005] [発明の属する技術分野] 本発明は半導体レーザ装置に関する技術分野である。しかし、この構造では活性層に活性性質が大きいといいう欠点を持つており、高出力発振時の電場密度が増大し、発熱に伴う素子温度上昇による信頼性の劣化が生じる。

[0006] IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics Vol. 3, No. 2(1997)p. 180に記載されたように、活性層に対する圧縮歪を有する組成比は、活性層と半導体レーザ装置との間に相違されてなる半導体レーザ装置であつて、1~2P第一バリア層、In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y量子井戸活性層、In₂Ca_{1-y}P_y第二バリア層、第二光導波層、p型およびまたはn型の地方の電導性を有する第二クラッド層がこの間に相違されてなる半導体レーザ装置であつて、前記第一および第二クラッド層が前記GaAs基板に格子整合する組成からなり、前記第一および第二光導波層が前記GaAs基板に格子整合する組成からなり、前記第一および第二光導波層が前記GaAs基板に格子整合する組成からなり、前記第一および第二AlGaAs基板が、前記GaAs基板に対して引張り歪を有する、合計層厚10~30nmの層であつて、その引張り歪の歪量×合計層厚=0.05~0.2nmを満たす組成からなり、前記In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y量子井戸活性層が前記GaAs基板に対しても引張り歪を有する組成からなるものであることを特徴とする半導体レーザ装置。

[0007] [発明の詳細な説明]
 [0008] [0001] [発明が解決しようとする課題] 本発明は、上記事前に述べたとおり、レーザー発振時の光の吸収を小さくすることにより、レーザー発振時の光の劣化を低減し、信頼性を向上した半導体レーザが提案されている。しかしながら、InGaP系の活性層により800nm帯の半導体レーザを構成しようとする場合、Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 21(1982)p. L233に示すようにInGaP系の組成比とバンドギャップとの関係において相分離を起こす組成領域が、圧縮歪を有する組成比と重なるために、InGaP系の半導体層により大きな圧縮歪を有する活性層を形成することが困難であり、上記文献に示されるような屈折率の高い半導体レーザを800nm系半導体レーザにおいて実現することは困難である。

[0009] [発明の技術] 従来、0.7~0.85μm帯の半導体レーザとしては、n-GaAs基板に、n-AlGaAsクラッド層、nまたはi-AlGaAs光導波層、i-AlGaAs活性層、pまたはi-AlGaAs光導波層、p-AlGaAsクラッド層、p-GaAsキャップ層を積層してなる半導体レーザが一般的である。しかし、この構造では活性層にAlを含み、Alは化学的に活性で酸化されやすいため、劈開するための手段】本発明による1つの半導

体レーザ装置は、GaAs基板上に、p型およびn型の一方の導電性を有する第一クラッド層、第一光導波層、 $In_{x}P_{1-x}$

減することができる、高出力発振時における電子の倍鎖性を向上させることができる。

る繊子においては、20°Cから50°Cの範囲では $T_g = 223$ Kであり、引張り歪みパリヤ脛を有しない繊子より30K

の絶縁膜32aをマスクとしてウェットエッチングによりコントラクト層31からエッチング限界層29上端までのエビ

[0013] [発明の実施の形態] 以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

第二クランド層がこの順に堆積されなる半導体レーザー構造であつて、前記第一および第二クランド層が前記GaN基板に格子整合する組成からなり、前記第一および第二クランド層がこの順に堆積されなる半導体レーザー構造である。この半導体レーザーの構成を、作製方法と併せて説明する。

二光導波層が前記GaAs基板に格子整合する組成からなり、前記第一および第二ベリア層が、前記GaAs基板に対して引張り歪を有する、合計層厚10~30nmの層であつて、その引張り歪の歪量×合計層厚=0.05~0.2nmを満たす組成からなり、前記In_xGa_{1-x}As_y-P_{3-y}量子井戸活性層が、前記GaAs基板に格子整合する組成、もしくは、前記GaAs基板に対して0.003までの引張り歪を有する組成からなるものであることを特徴とするものである。

[100-8] 本発明による別の半導体レーザ装置は、第一および第二バリア層がInGaAsP系組成からなり、その他の構成は上記第1の半導体レーザ装置と同様とされ、各クラッド層2、8および光導波路3、7はそれらGaN基板1に格子整合する組成比とするが、上記組成の他のInGaAsP系の半導体層を用いてもよい。

19016) また、本実験においては、孟子井音語
れたものである。
[0009] ここで、前記合計層厚とは、前記第一および
第二バリア層の層厚を合したものという。

100101) また第一および第二ハーバー管の則に GaAs に対する引張り歪の屈量とは、隕歪量を γ とし、GaAs 基板に対する定数を a [nm] とし、ハーバー管の格子定数を b [nm] とすると、歪量 γ は、

$$\gamma = \frac{a}{b} - 1$$

故に對する引張り歪の屈曲とは、該屈曲を△2 とし、若性層の格子定数を△2とした場合△2 = $(\alpha g_{AS} - \alpha_2) / a$ Gekで表されるものである。一般に、格子整成の場合は、 $\alpha_2 = 0$ とすれば、△2 = $(\alpha g_{AS} - \alpha_2) / a$ Gek が得られる。

合するとは盆電記2か月-0.00255m²を0.00255であることをい、前記infalasp 盆子・井戸活性層が、前記Gals 基盤に格子統合する組成、もしくは、前記Gals 基盤に対 して形成された引張り歪エネルギー層を有しないGals 層のストライプを有する半導体レーザ粒子とについて評価を行った結果を図2および図3に示す。図2は、引張り歪

25%~42%~0.003を満たす組合をいう。
[0.012] 光出力の比較したものであり、図3は本発明の半導
り屈ハーフト電極を有しない電子子(初期)と引張り歪半導
体レーザー管を有する本発明の半導体レーザー管(実
験)との比較したものである。

信頼性が高い。また、Infrared ハンディキャップ 引張り金属の半導体レーザーは、引張り足を有しない素子に比べて、最高光出力は約 0.3 W 大きく（図 2 参照）、開端電流の温度依存性は小さい（図 3 参照）という結果が得られた。

ことができる。また、InAlPあるいはInGaP 引張り歪ペリオドにより活性層とパリア層との複屈曲を大きめにすれば、その結果として、活性層の表面凹部が増加する。このため、光出射端面における光の吸収を低減することができる。¹⁰

くすることにより、活性層から光電変換への電子および正孔の漏れを低減することができる。これにより、電動電流を低減することができ、素子端面における発熱を低減することができる。⁵⁰ 向上した素子であるといえる。引張り歪アリヤ層を有する性質であり、この特性強度が高いほど素子の開回路電圧の温度依存性は小さく、高出力発電時ににおいて安定性があるといえる。

の絶縁膜32aをマスクとしてウェットエッチングによりコントラクト層31からエッチング限界層29上端までのエビ

タキシャル層を除去してリップストライプを形成する（同図（c））。このとき、エッチング液として硫酸と過酸化水素水系を用いると、エッチングがエッチング限界20μで自動的に停止する。上部第一クラック層28の厚みは、上述のようにして形成されたリップストライプ導波路において単一基板モードによる屈折率構造が高出力

まで達成できるような厚みとする。次に絶縁膜3aを除去してから、リジング部および露出しているエッチング孔止端29の全面に絶縁膜33を形成する(同図(d))。次いで、通常のリソグラフィーにより、リジットライアル部上面の絶縁膜33を除去し(同図(e))、露出されたコンタクト開口34を覆うようにして、側電極35を形成し、その後、基板21の研磨を行ない側電極35を形成する(同図(f))。

の一面に高反射塗コート、低反射塗コートを行い、その後、チップ化して半導体レーーザ粒子を形成する。上記構造により、単一機モードを保ったまま、高いレベルの光

出力の0.8 μ m帯のレーザ光を発生させることができ
る。
【0026】本発明の第3の実施形態に係る半導体レー

サの断面形状を、その作製工程中の状態と共に図5に示す。以下、この半導体レーザの層構成を作製方法と併せて説明する。

[16027] 有限金属異相成長法により、n-GaAs基板に上に、n-Ga_{1-x}Zn_xAs_{1-y}P_yナノドーム層、nまたはIn_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y光導波層43、i-In_xAs_{1-x}As_{1-y}P_y層41

張り金バリア層44、In_xJGa_{1-x}As_{1-y}P_y3 盤子井干活性層45、i-In_x2Ga_{1-x}2As_{1-y}2P_y2 引張り金バリア層46、pまたはi-In_xAs_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波路47、p-In_x4Ga

I-24A₁A₂)₁-x₄A₅O₂, 2P_{0.8} 上部第一クラッド層48、p-In x5(Ga₁-25Al₂-25)x₅P_{0.8} 上部第二クラッド層49、p-GaAsコントラクト層50を順次積層し、このコントラクト層50上にSi

02等の絶縁膜52を形成する(図5(a))。100281)この後、通常のリソグラフィーにより、絶縁膜51の幅3μm程度のストライプ状部分52aを残し

て、その両サイドの幅6μm程度のストライプ状部分52bを除去し(同図(b))、この残されたストライプ状の絶縁膜52aをマスクとしてウェットエッチングにより

コンタクト層50から上部第一クラッド層48上面までのエビタキシャル層を除去してリジットライフを形成する(同図(1c))。エッチング液として、コンタクト層50

を除去するために硫酸と過酸化水素水系を用い、上部第一クラッド層48を除去するために塩酸系を用いると、エッチングが上部第一クラッド層48で自動的に停止する。

上部第一クラッド層48Bの厚みは、上述のようにして形成されたリジットライナ幅の導波路において単一基本モードによる屈折率波が高出力まで達成できるような厚

[0062] 次に絶縁層72を除去してから絶縁層73を形成し(同図(b))、その後通常のリソグラフィーによりリジットストライプ上の絶縁層73を除去して、その上にp側電極74を形成し、その後、基板61の研磨を行なってからn側電極75を形成する(同図(c))。

[0063] 次に、試料を劈開して形成した共振器面の一面、他面にそれぞれ高反射率コート、低反射率コートを施し、その後、チップ化することにより半導体レーザー素子が完成する。

[0064] 上記構造によりこの場合も、単一横モードを保ったまま、高いレベルの光出力の0.8 μm帯のレーザ光を発生させることができる。

[0065] 以上は嵌ストライプの単一横モードレーザについて述べたが、上記構造は幅広ストライプマルチモードにも適用できる。その場合は、光導波層と上部第一クランプ層の合計の厚みは100~1000 nmの間に設定すればよい。また引張り歪バリア層は、3元のIn₂Ga_{1-x}P_xから形成してもよい。

[0066] 図10は、本発明の第8の実施形態に係る半導体レーザの断面図である。この半導体レーザの構成を、作製方法と併せて説明する。

[0067] 有機金属気相成長法によりn-GaAs基板211上に、n-In_{0.48}(Al₂Ga_{1-x})_{0.52}Pクラッド層222、nまたはIn_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y光導波層223、i-In₂Ga_{1-x}P_x引張り歪バリア層224、In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y層225、子井戸活性層225、i-In₂Ga_{1-x}P_x引張り歪バリア層226、pまたはIn_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y光導波層227、p-In_xAs_{1-y}P_y引張り歪バリア層228、p-GaAsコントラクト層229を順次積層し、さらにこのコンタクト層229上にS102年の絶縁層230を形成する(図11(a))。

[0068] この後、通常のリソグラフィーにより、絶縁層230の中央部に幅3 μm程度のストライプ状部分を形成してもよい。

[0069] 図10は、本発明の第8の実施形態に係る半導体レーザの断面図である。この半導体レーザの構成を、作製方法と併せて説明する。

[0070] 有機金属気相成長法によりn-GaAs基板201上に、n-In_{0.48}(Al₂Ga_{1-x})_{0.52}Pクラッド層202、nまたはIn_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y光導波層203、i-In₂Ga_{1-x}P_x引張り歪バリア層204、In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y層205、i-In₂Ga_{1-x}As_{1-y}P_y層206、pまたはIn_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y層207、p-In_xAs_{1-y}P_y引張り歪バリア層208、p-GaAsコントラクト層209を順次積層する。

[0071] ついでp-GaAsコントラクト層209の上にp側電極210を形成し、その後、試料を劈開して形成した共振器面の一面、他面にそれぞれ高反射率コート、低反射率コートを施し、その後、チップ化することにより半導体レーザ素子が完成する。

[0072] 上記構造によりこの場合も、単一横モードを保ったまま、高いレベルの光出力の0.8 μm帯のレーザ光を発生させができる。

[0073] なおこの場合も、単純な全面電極形成型の半導体レーザについて説明したが、上記の構成に絶縁層

ストライプを形成して半導体レーザー、もしくは、光集積回路等に適用することもできる。

[0074] また、上記実施形態では、GaAs基板はn型の導電性のものを用いているが、p型の導電性の基板を用いることも可能であり、その場合は上述した全ての導電性を反対にすればよい。

[0075] 以上は嵌ストライプの単一横モードレーザについて述べたが、上記構造は幅広ストライプマルチモードにも適用できる。その場合は、光導波層の厚みは50~400 nmの間に設定すればよい。また引張り歪バリア層であってもよい。

[0076] 次に、本発明の第9の実施形態に係る半導体レーザの断面形状を、その作製工程中の状態と共に図11に示す。以下、この半導体レーザの層構成を作製法と併せて説明する。

[0077] [0074] 有機金属気相成長法によりn-GaAs基板221上に、n-In_{0.48}(Al₂Ga_{1-x})_{0.52}Pクラッド層222、nまたはIn_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y光導波層223、i-In₂Ga_{1-x}P_x引張り歪バリア層224、In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y層225、子井戸活性層225、i-In₂Ga_{1-x}P_x引張り歪バリア層226、pまたはIn_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y光導波層227、p-In_xAs_{1-y}P_y引張り歪バリア層228、p-GaAsコントラクト層229を順次積層し、さらにこのコンタクト層229上にS102年の絶縁層230を形成する(図11(a))。

[0078] [0075] この後、通常のリソグラフィーにより、絶縁層230の中央部に幅3 μm程度のストライプ状部分を形成してもよい。

[0079] [0076] 有機金属気相成長法によりn-GaAs基板201上に、n-In_{0.48}(Al₂Ga_{1-x})_{0.52}Pクラッド層202、nまたはIn_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y光導波層203、i-In₂Ga_{1-x}P_x引張り歪バリア層204、In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y層205、i-In₂Ga_{1-x}As_{1-y}P_y層206、pまたはIn_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y層207、p-In_xAs_{1-y}P_y引張り歪バリア層208、p-GaAsコントラクト層209を順次積層する。

[0080] [0077] ついでp-GaAsコントラクト層209の上にp側電極210を形成し、その後、試料を劈開して形成した共振器面の一面、他面にそれぞれ高反射率コート、低反射率コートを施し、その後、チップ化することにより半導体レーザ素子が完成する。

[0081] 上記構造によりこの場合も、単一横モードを保ったまま、高いレベルの光出力の0.8 μm帯のレーザ光を発生させができる。

[0082] なおこの場合も、単純な全面電極形成型の半導体レーザについて説明したが、上記の構成に絶縁層

ストライプを形成して半導体レーザー、もしくは、光集積回路等に適用することもできる。

[0083] また、上記実施形態では、GaAs基板はn型のリジット構造の層の導波器において、単一基本モードによる屈折率調節を施すことで、光導波層247の上にp-GaAsキャップ層249を除去すれば、エッチング層250を順次積層し、さらにこのp-GaAsコントラクト層250をマスクとしてウエットエッチングによりエビタキシャル層を除去してリジットストライプを形成する。

[0084] このとき、エッチング液として硫酸と過酸化水素系のものを用いてp-GaAsキャップ層249をエッチングし、また塩酸系のエッチング液を用いてp-In_{0.48}(Al₂Ga_{1-x})_{0.52}Pクラッド層228を除去すれば、エッチング層250を形成する。そして、この複されたストライプの絶縁層250をマスクとしてウエットエッチングによりp-GaAsキャップ層249を順次積層し、さらにこのp-GaAsコントラクト層250の上にS102年の絶縁層252を形成する(図13(a))。な

[0085] これ後、追加成長により、クラッド層249上面までエビタキシャル層を除去してリジットストライプを形成する。

[0086] なおこの場合も、単純な全面電極形成型の半導体レーザについて説明したが、上記の構成に絶縁層

ストライプを形成して半導体レーザー、もしくは、光集積回路等に適用することもできる。

[0087] また、上記実施形態では、GaAs基板はn型の導電性のものを用いているが、p型の導電性の基板を用いることも可能であり、その場合は上述した全ての導電性を反対にすればよい。

[0088] 以上は嵌ストライプの単一横モードレーザについて述べたが、上記構造は幅広ストライプマルチモードにも適用できる。その場合は、光導波層の厚みは40~400 nmの間に設定すればよい。また引張り歪バリア層であってもよい。

[0089] 次に、本発明の第9の実施形態に係る半導体レーザの断面形状を、その作製工程中の状態と共に図11に示す。以下、この半導体レーザの層構成を作製法と併せて説明する。

[0090] 有機金属気相成長法によりn-GaAs基板261上に、n-In_{0.48}(Al₂Ga_{1-x})_{0.52}Pクラッド層262、nまたはIn_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y光導波層263、i-In₂Ga_{1-x}P_x引張り歪バリア層264、In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y層265、子井戸活性層265、i-In₂Ga_{1-x}P_x引張り歪バリア層266、pまたはIn_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y光導波層267、p-In_xAs_{1-y}P_y引張り歪バリア層268、p-GaAsキャップ層269を順次積層し、さらにこのコンタクト層269上にS102年の絶縁層270を形成する(図11(a))。

[0091] この後、通常のリソグラフィーにより、絶縁層270の中央部に幅3 μm程度のストライプ状部分を形成してもよい。

[0092] 有機金属気相成長法によりn-GaAs基板261上に、n-In_{0.48}(Al₂Ga_{1-x})_{0.52}Pクラッド層262、nまたはIn_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y光導波層263、i-In₂Ga_{1-x}P_x引張り歪バリア層264、In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y層265、子井戸活性層265、i-In₂Ga_{1-x}P_x引張り歪バリア層266、pまたはIn_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y光導波層267、p-In_xAs_{1-y}P_y引張り歪バリア層268、p-GaAsキャップ層269を順次積層し、さらにこのコンタクト層269上にS102年の絶縁層270を形成する(図11(a))。

[0093] この後、通常のリソグラフィーにより、絶縁層270の中央部に幅3 μm程度のストライプ状部分を形成して、その両サイドの幅6 μm程度のストライプ状の絶縁層270をマスクとしてウエットエッチングによりp-GaAsキャップ層270を順次積層し、さらにこのp-GaAsコントラクト層270の上にS102年の絶縁層272を形成する(図13(a))。な

[0094] これ後、追加成長により、クラッド層269の上にp-GaAsキャップ層272を順次積層し、さらにこのp-GaAsコントラクト層272の上にS102年の絶縁層274を形成する(図13(b))。な

[0095] これ後、追加成長により、クラッド層274の上にp-GaAsキャップ層274を順次積層し、さらにこのp-GaAsコントラクト層274の上にS102年の絶縁層276を形成する。そして、この複されたストライプの絶縁層276をマスクとしてウエットエッチングによりp-GaAsキャップ層276を順次積層し、さらにこのp-GaAsコントラクト層276の上にS102年の絶縁層278を形成する(図13(c))。

[0096] これ後、追加成長により、クラッド層278の上にp-GaAsキャップ層278を順次積層し、さらにこのp-GaAsコントラクト層278の上にS102年の絶縁層280を形成する(図13(d))。

[0097] これ後、追加成長により、クラッド層280の上にp-GaAsキャップ層280を順次積層し、さらにこのp-GaAsコントラクト層280の上にS102年の絶縁層282を形成する(図13(e))。

[0098] これ後、追加成長により、クラッド層282の上にp-GaAsキャップ層282を順次積層し、さらにこのp-GaAsコントラクト層282の上にS102年の絶縁層284を形成する(図13(f))。

[0099] これ後、追加成長により、クラッド層284の上にp-GaAsキャップ層284を順次積層し、さらにこのp-GaAsコントラクト層284の上にS102年の絶縁層286を形成する(図13(g))。

[0100] これ後、追加成長により、クラッド層286の上にp-GaAsキャップ層286を順次積層し、さらにこのp-GaAsコントラクト層286の上にS102年の絶縁層288を形成する(図13(h))。

[0101] これ後、追加成長により、クラッド層288の上にp-GaAsキャップ層288を順次積層し、さらにこのp-GaAsコントラクト層288の上にS102年の絶縁層290を形成する(図13(i))。

[0102] これ後、追加成長により、クラッド層290の上にp-GaAsキャップ層290を順次積層し、さらにこのp-GaAsコントラクト層290の上にS102年の絶縁層292を形成する(図13(j))。

[0103] 上記構造によりこの場合も、単一横モードレーザ光を発生させることができる。

[0104] 以上は嵌ストライプの単一横モードレーザについて述べたが、上記構造は幅広ストライプマルチモードにも適用できる。その場合は、光導波層の厚みは40~400 nmの間に設定すればよい。また引張り歪バリア層であってもよい。

[0105] 次に、本発明の第9の実施形態に係る半導体レーザの断面形状を、その作製工程中の状態と共に図11に示す。以下、この半導体レーザの層構成を作製法と併せて説明する。

[0106] [0104] 有機金属気相成長法によりn-GaAs基板291上に、n-In_{0.48}(Al₂Ga_{1-x})_{0.52}Pクラッド層292、nまたはIn_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y光導波層293、i-In₂Ga_{1-x}P_x引張り歪バリア層294、In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y層295、子井戸活性層295、i-In₂Ga_{1-x}P_x引張り歪バリア層296、pまたはIn_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y光導波層297、p-In_xAs_{1-y}P_y引張り歪バリア層298、p-GaAsキャップ層299を順次積層し、さらにこのコンタクト層299上にS102年の絶縁層300を形成する(同図(c))。

[0107] 次に、試料を劈開して形成した共振器面の一面、他面にそれぞれ高反射率コート、低反射率コートを施し、その後、チップ化することにより半導体レーザー素子が完成する。

[0108] 上記構造により、單一横モードを保ったまま、高いレベルの光出力の0.8 μm帯のレーザ光を発生させることができる。

[0109] なおこの場合も、単純な全面電極形成型の半導体レーザについて説明したが、上記の構成に絶縁層

ストライプを形成して半導体レーザー、もしくは、光集積回路等に適用することもできる。

[0110] また、上記実施形態では、GaAs基板はn型のリジット構造の層の導波器において、単一基本モードによる屈折率調節を施すことで、光導波層301の上にp-GaAsキャップ層302を順次積層し、さらにこのp-GaAsコントラクト層302の上にS102年の絶縁層303を形成する(同図(b))。

[0111] 次に、試料を劈開して形成した共振器面の一面、他面にそれぞれ高反射率コート、低反射率コートを施し、その後、チップ化することにより半導体レーザー素子が完成する。

[0112] 上記構造により、單一横モードを保ったまま、高いレベルの光出力の0.8 μm帯のレーザ光を発生させることができる。

[0113] なおこの場合も、単純な全面電極形成型の半導体レーザについて説明したが、上記の構成に絶縁層

ストライプを形成して半導体レーザー、もしくは、光集積回路等に適用することもできる。

[0114] また、上記実施形態では、GaAs基板はn型の導電性のものを用いているが、p型の導電性の基板を用いることも可能であり、その場合は上述した全ての導電性を反対にすればよい。

(9)

15

なってからn側電極275を形成する(同図(c))。

[0 0 9 7] 次に、試料を劈開して形成した共板器面の一面、他面にそれぞれ高反射率コード、低反射率コードを施し、その後、チップ化することにより半導体レーザー端子が完成する。

[0 0 9 8] 上記構造によりこの場合は、單一模モードを保ったまま、高いレベルの光出力の0.8 μm带のレーザ光を発生させることができる。

[0 0 9 9] 以上は挿ストライプの单一模モードレーザについて述べたが、上記構造は偏光ストライプマルチモードに適用できる。その場合、光導波路と上部第一クリップ層の合計の厚みは100~400 nmの間に設定すればよい。また引張り歪バリア層は、3元のIn_{0.2}Ga_{0.8}-P₂から形成してもよい。また、この実施の形態では、GaAs基板はn型の導電性のものを用いているが、p型の導電性の基板を用いることも可能であり、その場合は上述した全ての導電性を反対にすればよい。

[0 1 0 0] さらに、以上説明した実施の形態では特に量子井戸が單一で、光導波路組成が一定のSQW-SCHと呼ばれる構造を示したが、SQWの代わりに量子井戸を構成するMQWとしてよい。

[0 1 0 1] また、前記In_{0.3}Ga_{0.7}-As₁-P₃活性層の組成比等を制御することにより、差電離長は、750 nm < λ < 850 nm の範囲で制御が可能である。

[0 1 0 2] また、半導体層の成長法としては上述の有機金属気相成長法の他、固体あるいはガスを原料とする分子線ビタキシャル成長法を用いてよい。

[0 1 0 3] なお、本発明の半導体レーザーは高速な情報・画像処理および通信、射測、医療、印刷当の分野での光源としても応用可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態による半導体レーザーを示す断面図

【図2】上記第1実施形態による半導体レーザーと比較例との屈折率出力を示すグラフ

【図3】上記第1実施形態による半導体レーザーと比較例との屈折率の屈度依存性を示すグラフ

【図4】本発明の第2実施形態による半導体レーザー、およびその作製工程途中的状態を示す断面図

【図5】本発明の第3実施形態による半導体レーザー、およびその作製工程途中的状態を示す断面図

【図6】本発明の第4実施形態による半導体レーザーを示す断面図

[図7] 本発明の第5実施形態による半導体レーザー、およびその作製工程途中的状態を示す断面図
[図8] 本発明の第6実施形態による半導体レーザー、およびその作製工程途中的状態を示す断面図
[図9] 本発明の第7実施形態による半導体レーザー、およびその作製工程途中的状態を示す断面図
[図10] 本発明の第8実施形態による半導体レーザー、

(10)

16

およびその作製工程途中の状態を示す断面図
[図11] 本発明の第9実施形態による半導体レーザー、およびその作製工程途中の状態を示す断面図
[図12] 本発明の第10実施形態による半導体レーザー、およびその作製工程途中的状態を示す断面図
[図13] 本発明の第11実施形態による半導体レーザー、およびその作製工程途中的状態を示す断面図

【符号の説明】

1 n-GaAs基板

2 n-Ga₁-z₁Al_z₁As₁クリップ層3 n または-i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波路4 i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリア層5 In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y3 量子井戸活性層6 i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリア層7 p または-i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波路8 p-Ga₁-z₂Al_z₂As₁クリップ層

9 p-GaAsコントラクト層

10 p 側電極

11 n 側電極

n-GaAs基板

12 n-In_{0.4}Ga_{0.6}As_{0.5}クリップ層13 n または-i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波路14 i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリア層15 In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y3 量子井戸活性層16 i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリア層17 p または-i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波路18 p-In_{0.4}Ga_{0.6}As_{0.5}クリップ層

19 p 側電極

20 n 側電極

n-GaAs基板

21 n-In_{0.4}Ga_{0.6}As_{0.5}クリップ層22 n または-i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波路23 i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリア層24 i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y3 量子井戸活性層25 In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y3 量子井戸活性層26 i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリア層27 i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波路28 p-Ga₁-z₁Al_z₁As₁上部第一クリップ層29 p-In_xGa_{1-x}P_y上部第一クリップ層30 p-Ga₁-z₂Al_z₂As₁上部第二クリップ層

31 p-GaAsコントラクト層

32 p 側電極

33 n 側電極

n-GaAs基板

34 p 側電極

n 側電極

n-GaAs基板

35 n 側電極

n-GaAs基板

36 n 側電極

n-In_{0.4}Ga_{0.6}As_{0.5}クリップ層37 n または-i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波路38 i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリア層39 i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y3 量子井戸活性層40 i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリア層

41 n 側電極

n-In_{0.4}Ga_{0.6}As_{0.5}クリップ層

42 n 側電極

n-GaAs基板

43 n または-i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波路44 i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリア層45 In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y3 量子井戸活性層46 i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリア層47 p または-i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波路48 p-In_{0.4}Ga_{0.6}As_{0.5}クリップ層

49 p-GaAsコントラクト層

50 p-GaAsコントラクト層

51 p 側電極

52 n 側電極

n-GaAs基板

53 n 側電極

n-In_{0.4}Ga_{0.6}As_{0.5}クリップ層

54 n 側電極

n-GaAs基板

55 n 側電極

n-In_{0.4}Ga_{0.6}As_{0.5}クリップ層

56 n 側電極

n-GaAs基板

57 n 側電極

n-In_{0.4}Ga_{0.6}As_{0.5}クリップ層

58 n 側電極

n-GaAs基板

59 n 側電極

n-In_{0.4}Ga_{0.6}As_{0.5}クリップ層

60 n 側電極

n-GaAs基板

61 n 側電極

n-In_{0.4}Ga_{0.6}As_{0.5}クリップ層

62 n 側電極

n-GaAs基板

63 n 側電極

n-In_{0.4}Ga_{0.6}As_{0.5}クリップ層

64 n 側電極

n-In_{0.4}Ga_{0.6}As_{0.5}クリップ層65 n または-i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波路66 i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリア層67 p または-i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波路68 p-In_{0.4}Ga_{0.6}As_{0.5}クリップ層

69 p-GaAsキヤップ層

70 p 側電極

n 側電極

n-GaAs基板

71 n 側電極

n-In_{0.4}Ga_{0.6}As_{0.5}クリップ層

72 n 側電極

n-GaAs基板

73 n 側電極

n-In_{0.4}Ga_{0.6}As_{0.5}クリップ層

74 n 側電極

n-GaAs基板

75 n 側電極

n-In_{0.4}Ga_{0.6}As_{0.5}クリップ層

76 n 側電極

n-GaAs基板

77 n 側電極

n-In_{0.4}Ga_{0.6}As_{0.5}クリップ層

78 n 側電極

n-GaAs基板

79 n 側電極

n-In_{0.4}Ga_{0.6}As_{0.5}クリップ層

80 n 側電極

n-GaAs基板

81 n 側電極

n-In_{0.4}Ga_{0.6}As_{0.5}クリップ層

82 n 側電極

n-GaAs基板

83 n 側電極

n-In_{0.4}Ga_{0.6}As_{0.5}クリップ層

84 n 側電極

n-GaAs基板

85 n 側電極

n-In_{0.4}Ga_{0.6}As_{0.5}クリップ層

86 n 側電極

n-GaAs基板

87 n 側電極

n-In_{0.4}Ga_{0.6}As_{0.5}クリップ層

88 n 側電極

n-GaAs基板

89 n 側電極

n-In_{0.4}Ga_{0.6}As_{0.5}クリップ層

90 n 側電極

n-GaAs基板

91 n 側電極

n-In_{0.4}Ga_{0.6}As_{0.5}クリップ層

92 n 側電極

n-GaAs基板

93 n 側電極

n-In_{0.4}Ga_{0.6}As_{0.5}クリップ層

94 n 側電極

n-GaAs基板

95 n 側電極

n-In_{0.4}Ga_{0.6}As_{0.5}クリップ層

96 n 側電極

n-GaAs基板

97 n 側電極

n-In_{0.4}Ga_{0.6}As_{0.5}クリップ層

98 n 側電極

n-GaAs基板

99 n 側電極

n-In_{0.4}Ga_{0.6}As_{0.5}クリップ層

100 n 側電極

n-GaAs基板

101 n 側電極

n-In_{0.4}Ga_{0.6}As_{0.5}クリップ層

102 n 側電極

n-GaAs基板

103 n 側電極

n-In_{0.4}Ga_{0.6}As_{0.5}クリップ層

104 n 側電極

n-GaAs基板

105 n 側電極

n-In_{0.4}Ga_{0.6}As_{0.5}クリップ層106 i-In_x2Ga_{1-x}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリア層107 p または-i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波路108 p-In_{0.4}Ga_{0.6}As_{0.5}クリップ層

109 p-GaAsコントラクト層

110 i-In_x2Ga_{1-x}As_{1-y}P_y3 量子井戸活性層

111 n 側電極

n-GaAs基板

112 n-In_{0.4}Ga_{0.6}As_{0.5}クリップ層113 n または-i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波路114 i-In_x2Ga_{1-x}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリア層115 In_x3Ga_{1-x}As_{1-y}P_y3 量子井戸活性層116 i-In_x2Ga_{1-x}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリア層117 p または-i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波路118 p-In_{0.4}Ga_{0.6}As_{0.5}クリップ層

119 p-GaAsコントラクト層

120 p 側電極

n 側電極

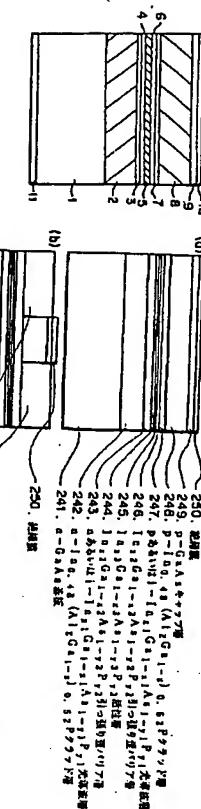
n-GaAs基板

121 n-In_{0.4}Ga_{0.6}As_{0.5}クリップ層122 n または-i-In_xGa_{1-x}As_{1-y}P_y1 光導波路123 i-In_x2Ga_{1-x}As_{1-y}P_y2 引張り歪バリア層124 i-In_x3Ga_{1-x</sub}

(1)



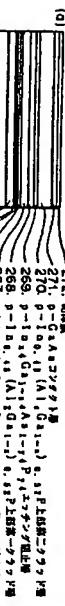
[十一]



(c) 251. $\pi = 10_{0.18} (A_1 + C_{1-1-1})$ $\pm 2\sigma$ PNTZLJLW

253. 2-0-C-0
252. 2-0-C-0
254. 2-0-C-0

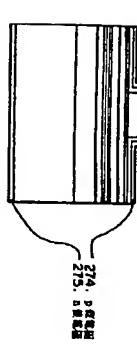
[3]



(b)

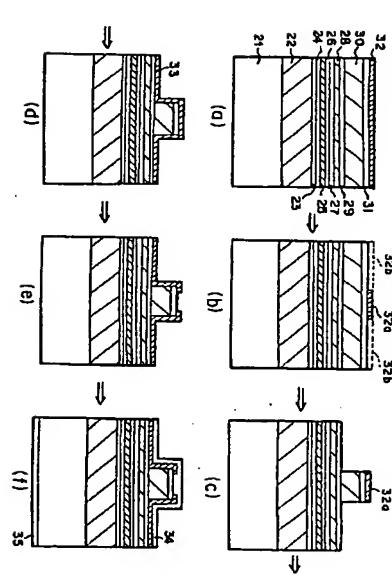
201. *n*-Gase
202. *n*-Gase
203. *n*-Gase
204. *n*-Gase
205. *n*-Gase
206. *n*-Gase
207. *n*-Gase
208. *n*-Gase
209. *n*-Gase
210. *n*-Gase
211. *n*-Gase
212. *n*-Gase
213. *n*-Gase
214. *n*-Gase
215. *n*-Gase
216. *n*-Gase
217. *n*-Gase
218. *n*-Gase
219. *n*-Gase
220. *n*-Gase
221. *n*-Gase
222. *n*-Gase
223. *n*-Gase
224. *n*-Gase
225. *n*-Gase
226. *n*-Gase
227. *n*-Gase
228. *n*-Gase
229. *n*-Gase
230. *n*-Gase
231. *n*-Gase
232. *n*-Gase
233. *n*-Gase
234. *n*-Gase
235. *n*-Gase
236. *n*-Gase
237. *n*-Gase
238. *n*-Gase
239. *n*-Gase
240. *n*-Gase
241. *n*-Gase
242. *n*-Gase
243. *n*-Gase
244. *n*-Gase
245. *n*-Gase
246. *n*-Gase
247. *n*-Gase
248. *n*-Gase
249. *n*-Gase
250. *n*-Gase
251. *n*-Gase
252. *n*-Gase
253. *n*-Gase
254. *n*-Gase
255. *n*-Gase
256. *n*-Gase
257. *n*-Gase
258. *n*-Gase
259. *n*-Gase
260. *n*-Gase
261. *n*-Gase
262. *n*-Gase
263. *n*-Gase
264. *n*-Gase
265. *n*-Gase
266. *n*-Gase
267. *n*-Gase
268. *n*-Gase
269. *n*-Gase
270. *n*-Gase
271. *n*-Gase
272. *n*-Gase
273. *n*-Gase

- 273.

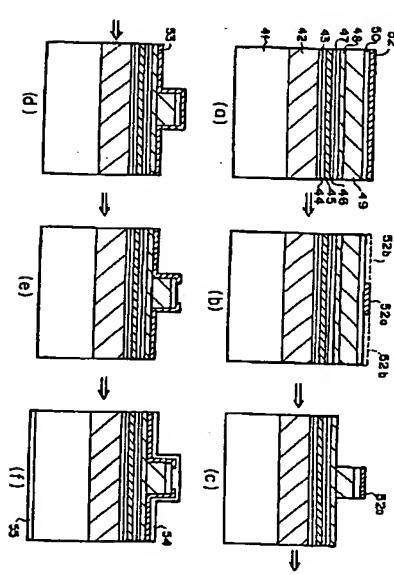


卷之三

四



5



100

[図3]

(13)

[図7]

